

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Юдова Юрия Васильевича на тему «Численное моделирование теплогидравлических процессов в циркуляционных контурах реакторных установок с водяным теплоносителем», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертация Ю.В.Юдова нацелена на развитие математических моделей и численных методов моделирования теплогидравлики циркуляционных контуров реакторных установок с водяным теплоносителем на базе системного кода КОРСАР. С учетом жизненно важной необходимости надежного обоснования безопасности и анализа различных режимов работы ядерных установок с водородными энергетическими реакторами (ВВЭР), тема диссертации является актуальной.

Наиболее значимым научным результатом работы в части моделирования парожидкостных потоков представляется предложенная автором оригинальная методика учета влияния неконденсирующихся газов на процессы межфазного обмена для двухжидкостной модели, которая естественным образом моделирует снижение интенсивности конденсации пара в присутствии неконденсирующихся компонентов в газовой фазе. Существенным вкладом в расширение функциональных возможностей и повышение достоверности моделирования системного кода КОРСАР является разработка и внедрение трехмерного CFD-модуля как типового элемента нодализационной схемы кода, обеспечивающего трехмерное CFD моделирование течения теплоносителя в выбранных элементах теплогидравлического тракта. С помощью трехмерных расчетов по коду КОРСАР/CFD исследовано растекание теплоносителя в напорной камере реакторной установки с ВВЭР при разных схемах подвода; показано, что вследствие анизотропного растекания малые изменения условий ввода теплоносителя в напорную камеру оказывают существенное влияние на профили температуры либо концентрации борной кислоты на входе в активную зону. Предложена и протестирована методика определения коэффициентов межъячеечного турбулентного перемешивания в тепловыделяющих сборках с учетом влияния дистанционирующих решеток на основе прямого численного моделирования с помощью разработанного автором специализированного кода DINUS.

Замечания по содержанию автореферата:

1) В тексте работы избыточное внимание уделено описанию численных схем и алгоритмов и особенностей их программной реализации в разработанных автором расчетных кодах. В диссертации по специальности «теплофизика и теоретическая теплотехника» следовало бы сместить акцент на обоснование предложенных моделей, их тестирование, анализ полученных результатов и т.п.

2) В качестве подтверждения работоспособности предложенной методики учета неконденсирующихся газов в двухжидкостной модели кода КОРСАР, на рис.3, 4 автореферата приводятся расчетные зависимости, которые говорят лишь о качественно верном поведении решения. Методику следовало бы тестировать на экспериментальных данных (которые, судя по тексту, имеются).

3) На рис.14 автореферата, где показаны расчетные поля скорости теплоносителя в напорной камере реакторной установки ВВЭР-1000, отчетливо видны осцилляции скорости как по окружному направлению, так и по высоте камеры. Из текста реферата неясно, связаны ли эти осцилляции с какими-то особенностями конструкции напорной камеры или же их следует расценивать как дефект решения, обусловленный неустойчивостью численной схемы.

4) Судя по рис.19 автореферата, полученные в диссертации расчетные данные по коэффициенту турбулентного межъячеечного перемешивания существенно зависят от сетки. В таких условиях хорошее согласие расчетных данных с одной из эмпирических корреляций не дает достаточных оснований рекомендовать именно эту корреляцию для использования в коде КОРСАР/CFD.

Высказанные замечания не затрагивают существа работы, которая представляет собой комплексное исследование по актуальной проблеме моделирования теплогидравлических процессов в циркуляционных контурах реакторных установок. Полученные в работе результаты вносят значительный вклад в понимание основных теплофизических процессов, а также развитие и расширение возможностей отечественных программных средств, необходимых для совершенствования и повышения надежности современных ядерных установок с реакторами ВВЭР.

На основании сказанного считаю, что диссертация «Численное моделирование теплогидравлических процессов в циркуляционных контурах реакторных установок с водяным теплоносителем» удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор, Юдов Юрий Васильевич, достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Зайцев Дмитрий Кириллович,

доктор физико-математических наук, доцент,
профессор Высшей школы прикладной математики
и вычислительной физики ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Зайцев
09.11.2021

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
Тел. +7(812)2972419, aero@phmf.spbstu.ru, <http://aero.spbstu.ru>.

